

ОТЗЫВ

официального оппонента о кандидатской диссертации Шевыревой Наталии Юрьевны на тему: «Повышение качества электроэнергии при электроснабжении буровых установок с частотно-регулируемым электроприводом», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы»

1. Общая характеристика диссертации

Диссертация посвящена исследованию и разработке способов повышения качества электроэнергии при электроснабжении буровых установок, оснащенных частотно-регулируемым электроприводом, применяемых в нефтяной и газовой промышленности. Рассматриваются два способа улучшения качества электроэнергии: применение фильтро-компенсирующих устройств (ФКУ) и использование активных выпрямителей напряжения (АВН) в составе полупроводниковых преобразователей частоты.

Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, заключения, списка использованных источников из 112 наименований. Общий объем диссертации – 173 стр.

Материалы диссертации достаточно полно опубликованы в 11 печатных работах, в том числе в четырех, входящих в перечень ВАК.

Автореферат диссертации полностью отражает ее содержание, основные идеи и выводы.

Основные положения работы прошли публичную апробацию на 12 конференциях (в том числе международных), симпозиумах и семинарах.

2. Актуальность темы диссертации

Широкое применение асинхронных частотно-регулируемых электроприводов стало основной тенденцией развития автоматизированного электропривода. Однако, использование полупроводниковых преобразователей частоты с неуправляемым выпрямителем на входе негативно отразилось на качестве элек-

троэнергии в системах электроснабжения этих электроприводов из-за появления высших гармоник тока и напряжения. Это обстоятельство стало объективным препятствием в использовании частотно-регулируемых электроприводов. Цель рассматриваемой диссертации – исследование и разработка способов, компенсирующих вредное влияние на питающую сеть нелинейных нагрузок, которыми являются преобразователи частоты.

Эта проблема рассмотрена применительно к электроприводам буровых установок глубокого бурения, являющихся одними из основных механизмов в технике нефти и газо добычи.

Указанные обстоятельства определяют несомненную актуальность темы диссертации.

3. Основные научные и производственные результаты диссертации

Основным результатом работы является исследование и разработка двух способов обеспечения нормативных значений отклонения величины напряжения электропитания и коэффициента высших гармоник на входе 6 кВ линий электроснабжения буровых установок, главные электроприводы которых оснащены мощными (до 1200 кВт) частотно-регулируемыми асинхронными электроприводами. Первый способ – применение ФКУ на входе неуправляемого выпрямителя преобразователя частоты. Второй – применение вместо неуправляемого выпрямителя активного выпрямителя на базе IGBT-транзисторов.

Новыми научными результатами работы можно считать:

- разработку математической модели в системе Matlab электротехнического комплекса, включающего в себя – питающую сеть, входной трансформатор, фильтр, преобразователь частоты с активным выпрямителем;
- определение зависимостей коэффициента мощности, отклонения напряжения и коэффициента гармоник на входе системы электроснабжения 6 кВ буровых установок от параметров ФКУ со ступенчатым регулированием и ненастроенными фильтрами высших гармоник;

- определение зависимостей коэффициента мощности, отклонения напряжения и коэффициента гармоник на входе системы электроснабжения 6 кВ буровых установок от настройки фильтра АВН, несущей частоты АВН и задания реактивного тока, позволяющих согласовать параметры АВН с системой электроснабжения.

Практическими результатами работы являются:

- разработка структурных схем автоматического регулирования АВН по реактивной мощности и напряжению, построенные по принципам подчиненного регулирования;
- разработка технических требований к ФКУ со ступенчатым регулированием, выполнение которых позволяет обеспечить нормативные значения показателей качества электроэнергии.

Достоверность научных положений и выводов диссертации подтверждается корректным использованием теории электромеханики, полупроводниковой преобразовательной техники и электропривода, использованием современных методов и средств компьютерного моделирования, удовлетворительной сходимостью результатов моделирования с данными экспериментальных исследований.

Научные и практические результаты диссертации могут быть использованы при разработке новых и модернизации существующих электротехнических комплексов буровых установок и аналогичных объектов.

Диссертация написана автором самостоятельно, при использовании заимствованного материала или материалов работ, выполненных в соавторстве, имеются необходимые ссылки.

4. Замечания по диссертации

1. В работе следовало бы привести описание физических принципов работы активного выпрямителя (АВН). Математическая модель, где АВН представляется непрерывным звеном, не дает ответа на ряд вопросов, в частности, как в

схеме рис.1.8 реализуется режим рекуперации энергии при торможении электропривода.

2. Во введении следовало бы привести четкую характеристику особенностей буровых установок как объекта электроснабжения, чем они отличаются от других промышленных установок, где также возникают проблемы обеспечения нормативного качества электрической энергии при массовом применении частотно-регулируемых электроприводов.

3. В диссертации достаточно логично дается общая рекомендация по применению фильтро-компенсирующих устройств для уже существующих установок и АВН – для вновь строящихся. Однако, отсутствует стоимостное сравнение ФКУ и АВН, которое подтверждало бы этот вывод.

4. Не обосновано представление линии передачи 6 кВ, протяженностью 10 км, как линии с сосредоточенными параметрами.

5. Непонятно, почему в работе рассматриваются ФКУ только с ненастроенными фильтрами.

6. Не обосновано, почему регулятор напряжения и регулятор реактивной мощности в схеме САР АВН (рис.5.3) приняты интегральными, а не пропорциональными или пропорционально-интегральными.

7. В работе встречаются неудачные выражения. Например, стр.39 «В качестве звена постоянного тока используется неуправляемый выпрямитель», стр.52 «сумма индуктивностей на стороне переменного тока между АВН и напряжением сети» и т.п.

Заключение

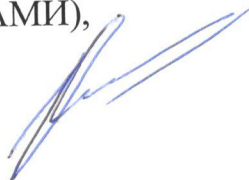
Диссертация Шевыревой Н.Ю. на тему «Повышение качества электроэнергии при электроснабжении буровых установок с частотно-регулируемым электроприводом» является самостоятельной, законченной научно-квалификационной работой, обладающей актуальностью, научной новизной и практической значимостью. В диссертации содержится решение актуальной задачи по повышению качества электроэнергии в электротехнических комплек-

сах буровых установок, оборудованных современным частотно-регулируемым электроприводом, что соответствует п. 9. Положения о порядке присуждения ученых степеней № 842 от 24 сентября 2013 г. Решение этой задачи имеет существенное значение для развития, как техники электропривода, так и буровой техники.

Диссертация соответствует паспорту специальности 05.09.03 «Электротехнические комплексы и системы». Приведенные замечания носят частный характер и не опровергают результаты диссертации.

На основании изложенного считаю, что диссертация отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г. Автор диссертации Шевырева Наталия Юрьевна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 «Электротехнические комплексы и системы».

Официальный оппонент
профессор кафедры «Электрические системы»
Московского государственного
машиностроительного университета (МАМИ),
Заслуженный деятель науки РФ,
доктор техн. наук, профессор



Онищенко Г.Б.

Служебный адрес:
107996, г.Москва, ул. П.Корчагина, 22
Тел. (495)223-05-23 моб.916-213-22-47
E-mail: earu@mail.ru

Подпись Онищенко Г.Б. заверяю.

Главный ученый секретарь
Московского государственного
машиностроительного университета,
профессор



Колтунов И.И.

«24» мая 2016г.

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

ШЕВЫРЕВОЙ НАТАЛИИ ЮРЬЕВНЫ

«Повышение качества электроэнергии при электроснабжении буровых установок с частотно-регулируемым электроприводом», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы»

1. Актуальность темы диссертационного исследования.

Наличие в системе электроснабжения нелинейных потребителей электроэнергии приводит к существенному искажению синусоидальной формы напряжения сети и в целом к увеличению потребления реактивной мощности. Искажение формы напряжения сети приводит к увеличению потерь электроэнергии и сокращению срока службы электрооборудования, увеличению погрешности электроизмерительных приборов, ухудшению работы систем управления и связи. Увеличение потребления реактивной мощности приводит к возрастанию потерь в питающей сети, дополнительным отклонениям напряжения сети, что сказывается на других потребителях электроэнергии и приводит к нарушению технологических процессов.

На нефтегазовых промыслах к нелинейным потребителям, ухудшающим качество электроэнергии (КЭ), относятся электротехнические комплексы (ЭТК) буровых установок (БУ) для разведочного и эксплуатационного бурения на нефть и газ, для главных технологических механизмов которых – насосов, лебёдки и ротора, применяется частотно-регулируемый электропривод (ЧРЭП) переменного тока.

Применение ЧРЭП позволяет поддерживать на вводе буровой установки коэффициент мощности 0,95–0,98, но отклонение напряжения при увеличении длины питающей линии может превысить допустимое значение. Включение в состав

преобразователей частоты (ПЧ) 12-пульсной схемы выпрямления также не позволяет полностью решить проблему искажения формы напряжения сети.

Распространенным решением задачи повышения качества электроэнергии является применение фильтро-компенсирующих устройств (ФКУ). Имеются многочисленные исследования и решения, посвященные применению ФКУ для ЭТК БУ с тиристорными электроприводами постоянного тока. В то же время, несмотря на всё более широкое распространение ЭТК БУ с ЧРЭП переменного тока, задача повышения качества электроэнергии для данного класса ЭТК БУ практически не решена.

К современным перспективным средствам повышения качества электроэнергии относится применение в составе ПЧ активных выпрямителей напряжения (АВН). Однако работы, посвящённые изучению свойств ПЧ с АВН в составе ЭТК БУ, которые учитывали бы свойства электрической сети БУ отсутствуют.

Поэтому научное обоснование совокупности решений по повышению качества электроэнергии в системах электроснабжения БУ с ЧРЭП является актуальной задачей научных исследований.

2. Новизна исследования и полученных результатов.

Новизна диссертационного исследования и полученных результатов заключается в:

- установлении зависимостей, позволяющих определить влияние ФКУ со ступенчатым регулированием реактивной мощности и «ненастроенными» фильтрами высших гармоник на коэффициент мощности, отклонение напряжения и суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения в системе электроснабжения БУ с ЧРЭП;
- определении зависимостей, позволяющих оценить влияние настройки фильтра АВН, несущей частоты АВН, задания реактивного тока АВН на коэф-

ффициент мощности, отклонение напряжения и суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения в системе электроснабжения БУ с ЧРЭП.

– в разработке структурных схем систем автоматического регулирования АВН по реактивной мощности и напряжению системы электроснабжения БУ с ЧРЭП, выполненных по принципу подчинённого регулирования координат и обеспечивающих нормативные значения отклонения напряжения и суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения, заданное значение коэффициента мощности.

– в нахождении зависимостей влияния систем автоматического регулирования АВН по реактивной мощности и напряжению на коэффициент мощности, отклонение напряжения и суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения в системе электроснабжения БУ с ЧРЭП в установившихся и переходных режимах работы электроприводов главных буровых механизмов.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Обоснованность основных научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается: использованием в качестве теоретической основы методов теорий электрических цепей, силовой полупроводниковой техники, автоматизированного электропривода, основ электроснабжения; теорией автоматического управления; результатами компьютерного моделирования.

Достоверность проведенных исследований подтверждается проведённым анализом результатов численных экспериментов на компьютерных моделях. Сравнение результатов расчётов на модели и экспериментальных данных показывает, что относительная погрешность расчётов не превышает 10%.

4. Значимость для науки и практики результатов диссертации и возможные конкретные пути ее использования.

Значимость для науки результатов диссертации заключается в:

- нахождении зависимостей, позволяющих обосновать величину реактивной мощности и настройку фильтров ФКУ;
- нахождении зависимостей, позволяющих согласовать параметры АВН с системой электроснабжения;
- обосновании структур автоматического регулирования АВН, обеспечивающих нормативные значения отклонения напряжения электропитания и суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения и заданное значение коэффициента мощности;
- нахождении зависимостей, позволяющих согласовать параметры систем автоматического регулирования АВН с системой электроснабжения БУ с ЧРЭП в установившихся и переходных режимах работы электроприводов главных буровых механизмов.

Практическая значимость работы состоит в разработке:

- компьютерных моделей, позволяющих принять обоснованное решение по повышению КЭ на этапе проектирования ЭТК БУ с ЧРЭП переменного тока;
- технических требований к «ненастроенным» ФКУ со ступенчатым регулированием реактивной мощности для ЭТК БУ с ЧРЭП, выполнение которых обеспечивает нормативные значения показателей качества электроэнергии (ПКЭ);
- методики выбора параметров фильтра АВН на базе компьютерной модели, которая учитывает характеристики системы электроснабжения ЭТК БУ и позволяет получить нормативное значение суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения;
- структурных схем системы автоматического регулирования АВН, обеспечивающих нормативные значения ПКЭ в установившихся и переходных режимах работы электроприводов.

При проектировании нового оборудования: разработанные компьютерные модели, результаты теоретических исследований, технические требования к не настроенным ФКУ со ступенчатым регулированием реактивной мощности, решения и рекомендации по выбору структуры и параметров АВН в составе ЧРЭП используются в ООО «Электротехническая промышленная компания» при разработке электрооборудования для буровых установок с частотно-регулируемым электроприводом.

Основные теоретические и практические положения диссертационной работы могут быть использованы электротехническими компаниями, работающими в области применения частотно-регулируемых электроприводов в минерально-сырьевом комплексе, а также других отраслях промышленности.

5. Степень завершенности диссертации в целом и качество её оформления.

Диссертация является целостной завершённой научной работой. Содержание диссертации соответствует поставленным задачам и подробно отражает последовательность их решения. Поставленные задачи решены полностью, решения обоснованы. Работа написана хорошим литературно-техническим языком, грамотно оформлена и содержательна. Изложение работы последовательно, она обладает внутренним единством и свидетельствует о личном вкладе автора в науку. Качество оформления диссертации соответствует нормам, предъявляемым к работам на соискание ученой степени кандидата технических наук.

6. Полнота опубликования основных результатов диссертации в научных изданиях.

Результаты исследований и основные положения диссертации достаточно полно отражены в 11 научных публикациях, 4 из которых опубликованы в изданиях, входящих в перечень ВАК Минобрнауки России.

7. Соответствие содержания автореферата основным идеям и выводам диссертации.

Содержание автореферата диссертации в полной мере отражает основные положения, идеи и выводы диссертации. Материалы автореферата дают полное представление о научных результатах работы, объеме проведенных исследований, а так же степени обоснованности сформулированных автором выводов.

8. Личный вклад соискателя в решение научной задачи.

Личный вклад соискателя Шевыревой Н.Ю. в решение научной задачи состоит в: поиске и критическом анализе литературы по теме диссертационной работы; разработке компьютерных моделей, позволяющих исследовать влияние частотно-регулируемых электроприводов буровых установок на отклонение напряжения электропитания, суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения и коэффициент мощности; получении зависимостей показателей качества электроэнергии от параметров питающих сетей, позволяющих установить влияние фильтро-компенсирующего устройства и активного выпрямителя напряжения на отклонение напряжения электропитания, суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения и коэффициент мощности; разработке структуры автоматического регулирования реактивной мощности и напряжения для активного выпрямителя напряжения; анализе влияния систем автоматического регулирования активного выпрямителя напряжения по реактивной мощности и напряжению на коэффициент мощности, отклонение и суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения в установившихся и переходных режимах работы электроприводов.

Диссертация написана автором самостоятельно, при использовании заимствованного материала или материалов работ, выполненных в соавторстве, с указанием необходимых ссылок.

9. Вопросы и замечания по работе.

1. Каким образом функциональная схема векторного управления асинхронным двигателем (рис. 2.5) и структурная схема (рис. 2.6) реализуют работу во второй зоне регулирования с ослаблением поля?

2. В диссертации следовало бы представить реальную осциллограмму включения ступеней ФКУ. Также этот вопрос не исследован на модели.

3. В разделах 3.3 и 4.3 при получении обобщающих зависимостей на моделях не поясняется под какой нагрузкой работали двигатели, была ли вспомогательная электрическая нагрузка.

4. Чем обусловлен выбор несущих частот для АВН 2400 и 9600 Гц?

5. По какой причине не учитывались упругие свойства колонны буровых труб при исследовании переходных процессов в электроприводе?

6. Учитывались ли при расчёте системы автоматического регулирования АВН параметры системы электроснабжения? Какие возможны последствия, если эти параметры не учитывать?

10. Заключение

Диссертационная работа Шевыревой Н.Ю. на соискание ученой степени кандидата технических наук является самостоятельной, законченной научно-квалификационной работой, обладающей актуальностью, новизной и практической значимостью. В работе содержится решение актуальной задачи обоснования совокупности технических решений по повышению качества электроэнергии и достижения ее нормативных показателей в системе электроснабжения БУ с ЧРЭП, имеющей существенное значение для развития электротехнических комплексов и систем в минерально-сырьевом комплексе России.

Диссертация обладает внутренним единством, содержат новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку. В диссертации имеются све-

дения о практическом использовании полученных автором результатов научных исследований, а также рекомендации по использованию научных выводов.

Основные результаты работы, изложенные в диссертации достаточно полно отражены в ведущих рецензируемых научных журналах.

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

На основании изложенного считаю, что диссертационная работа отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям п. 9–14 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24 сентября 2013г., а её автор, Шевырева Наталия Юрьевна, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Официальный оппонент,

доцент кафедры

Автоматизированный электропривод

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский

университет «МЭИ»,

кандидат техн. наук

Благодаров Дмитрий Анатольевич



23.05.2016

Служебный адрес: 111250, Россия, г. Москва,

Красноказарменная улица, дом 14.

Тел. +7-495-362-74-25, blagodarovda@mpei.ru

Подпись Благодарова Д.А. заверяю

заместитель
управления
с персоналом
23.05.2016

